

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 767 509 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
09.04.1997 Bulletin 1997/15

(51) Int Cl. 6: H01Q 1/42

(21) Numéro de dépôt: 96402117.4

(22) Date de dépôt: 04.10.1996

(84) Etats contractants désignés:  
DE FR GB IT

- Laforet, Serge, Thomson-CSF, SCPI  
92402 Courbevoie Cedex (FR)

(30) Priorité: 06.10.1995 FR 9511794

(71) Demandeur: THOMSON-CSF  
75008 Paris (FR)

(74) Mandataire: Chaverneff, Vladimir et al  
THOMSON-CSF-S.C.P.I.,  
13, Avenue du Président  
Salvador Allende  
94117 Arcueil Cédex (FR)

(72) Inventeurs:

- Garnot, Charles, Thomson-CSF, SCPI  
92402 Courbevoie Cedex (FR)

### (54) Indicateur d'usure, en particulier pour radôme thermoplastique et procédé de fabrication

(57) Indicateur d'érosion pour radôme thermoplastique, typiquement réalisé en PEEK injecté.

Une pastille (10), en PEEK de couleur différente, est d'abord fixée dans le moule, en arrière du nez du

radôme. Puis, le PEEK du radôme est injecté, noyant ainsi cette pastille (10) derrière le nez du radôme. Après une certaine usure, cette pastille (10) devient apparente.

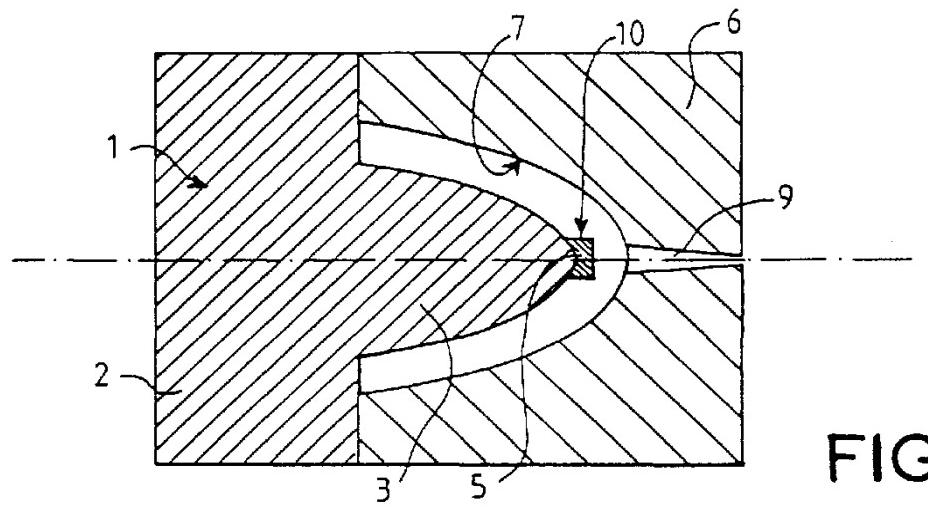


FIG.1

EP 0 767 509 A1

## Description

La présente invention se rapporte à un indicateur d'usure, en particulier pour radôme, et plus spécifiquement pour radôme thermoplastique injecté. Elle se rapporte également à un procédé de fabrication d'un radôme muni de cet indicateur d'érosion.

Un radôme est un dôme de protection d'une antenne. Il est réalisé en un matériau compatible avec la réception, par l'antenne, des ondes électromagnétiques, le matériau le plus couramment utilisé à l'origine étant le verre-époxy, qui est un matériau thermodurcissable.

En particulier lorsque ces radômes sont utilisés pour protéger les antennes placées sur les avions (radôme de pointe avant, radômes de haut de dérive, d'extrémité d'ailes,...), on a constaté que les impacts de gouttes de pluie provoquent, avec ces radômes en matériau thermodurcissable, une usure rapide et finalement un perçage et donc une destruction du radôme, ce phénomène étant d'autant plus dévastateur que les vitesses des avions sont élevées, ce qui est en particulier le cas pour les avions supersoniques modernes.

Une première solution utilisée pour remédier à ce phénomène d'érosion pluviale a été l'utilisation de peintures spéciales, ce qui s'est révélé finalement insuffisant.

Un grand progrès récent en la matière a alors consisté à remplacer le verre-époxy, matériau thermodurcissable, par un matériau thermoplastique, plus précisément celui connu sous le nom de PEEK ("Poly-Ether-Ether-Ketone"), mis en forme sous haute température et haute pression.

Malgré leurs très bonnes performances, ces matériaux thermoplastiques subissent néanmoins une érosion due à l'impact des gouttes de pluie, sur laquelle il est nécessaire que l'utilisateur, ou "avionneur", ait constamment ou périodiquement des informations.

Il existe actuellement deux solutions pour obtenir des informations de contrôle de l'usure de ces radômes thermoplastiques modernes.

Une première solution, très simple mais en fait fort peu pratique, consiste à prévoir, localement sur le radôme, un surplus de matière constituant un témoin d'usure. Il est alors nécessaire que ce surplus de matière soit prévu dans une zone où il ne perturbe pas la réception ou l'émission des ondes radioélectriques, ce qui en limite les possibilités d'utilisation. En outre, pour des radômes placés en hauteur et donc difficilement accessibles visuellement, par exemple en haut de dérive de l'avion, l'usure de ce surplus de matière n'est pratiquement pas décelable pour un observateur qui est généralement placé au sol.

Une autre solution consiste à utiliser un appareil de mesure spécialement conçu pour mesurer cette usure du radôme. Il s'agit typiquement d'un appareil de portée tubulaire que l'on vient poser coaxialement sur le sommet du radôme, sur lequel il s'adapte. Un instrument de mesure, agissant par comparaison, mesure alors la dis-

tance entre un point fixe de l'appareil de mesure et la pointe du radôme, cette distance augmentant lorsque l'usure du radôme augmente.

Cette dernière solution, si elle est très satisfaisante sur le plan intellectuel, est cependant très lourde et onéreuse en exploitation. Il faut en effet concevoir un appareil de mesure adapté aux dimensions de chaque radôme, et prévoir le stockage et la maintenance de chacun de ces appareils de mesure. En outre, chaque mesure nécessite le démontage du radôme pour l'amener au sol et faire la mesure, puis le remontage de ce radôme sur l'avion une fois la mesure faite.

On connaît d'après la demande de brevet européen 0 158 116 un procédé de réalisation de radômes à l'aide de couches superposées de fibres tissées et de feuilles de matière plastique. Selon un mode de réalisation, la couche externe est en matériau résistant à l'érosion pluviale, et elle est d'une couleur différente de celle des couches sous-jacentes, constituant ainsi un indicateur d'érosion du radôme.

Ce procédé connu permet effectivement d'obtenir un indicateur d'érosion fiable, mais il n'est applicable qu'au cas où le radôme a une structure stratifiée. Etant donné que la couche extérieure est la plus résistante, dès que la partie exposée de la couche extérieure disparaît par érosion, cette disparition est en effet visible par changement de couleur, mais alors il peut être trop tard, car l'épaisseur totale du radôme est généralement faible (< 2 mm), et les couches sous-jacentes peuvent ne pas être suffisamment résistantes et se rompre en cours d'utilisation du radôme. En effet, un contrôle visuel peut faire croire que la pièce est bonne alors qu'il ne reste qu'une épaisseur infime de la couche extérieure, et l'érosion peut s'accélérer rapidement après disparition de cette couche extérieure restante. De plus, ce procédé connu est pratiquement inapplicable lorsque les radômes sont fabriqués par injection, en particulier du fait qu'il est alors difficile de réaliser une "couche" externe colorée d'épaisseur constante et précise, et que si l'on réalisait malgré cela de tels radômes, ils seraient complexes à réaliser et trop onéreux, car il faudrait utiliser au moins deux moules différents. De plus, il est inutile de mesurer l'érosion là où elle ne peut se produire.

La présente invention a pour objet un indicateur d'érosion ou d'usure, qui soit facile à réaliser aussi bien pour des objets moulés que pour des objets stratifiés et qui donne une indication d'usure ou d'érosion bien avant la fragilisation de ces objets.

L'indicateur d'usure de l'invention pour une pièce à surveiller est caractérisé en ce qu'il est constitué par au moins une pastille, de couleur différente de celle de la matière dont la pièce est constituée, qui est intégrée à la structure de la pièce, et qui est positionnée, dans cette pièce de sorte que sa partie devenue visible suite à l'usure de la pièce donne une indication du degré d'usure. De façon avantageuse, cette pastille a une forme conique disposée de telle façon que son axe soit perpendiculaire à la surface extérieure soumise à usure, la

pointe du cône étant dirigée vers cette surface.

Préférentiellement, dans le cas d'un radôme, cette pastille-témoin est placée dans le nez du radôme et coaxialement avec celui-ci.

Préférentiellement aussi, cette pastille est réalisée dans la même matière thermoplastique que le radôme, ce qui présente l'avantage de ne pas modifier la vitesse d'érosion avant et après indication d'usure.

L'invention se rapporte aussi à un procédé de fabrication par injection d'un radôme thermoplastique muni de cet indicateur d'érosion, ce procédé consistant :

- à fabriquer tout d'abord au moins une pastille thermoplastique de couleur différente de celle du corps du radôme, mais moins épaisse que celui-ci,
- à rapporter cette pastille sur la partie mâle du moule d'injection du radôme, à l'endroit correspondant à sa position future dans le corps du radôme,
- puis, après avoir refermé le moule, à injecter dans celui-ci la matière thermoplastique, ladite pastille s'intégrant alors totalement, par fusion partielle, au corps de ce radôme.

L'invention sera mieux comprise, et ses avantages et diverses caractéristiques ressortiront mieux, lors de la description suivante d'un exemple non limitatif de réalisation, en référence au dessin schématique annexé dans lequel :

La figure 1 illustre, selon une coupe longitudinale du moule d'injection, la fabrication par injection d'un radôme thermoplastique muni de cet indicateur d'érosion.

La figure 2 est une coupe longitudinale du radôme ainsi obtenu.

Les figures 3 à 5 schématisent, en vue de face du radôme de la figure 2, les phases d'usure successives de ce radôme, et

Les figures 6 et 7 sont des vues en coupe de variantes du dispositif de l'invention pour un radôme.

L'invention est décrite ci-dessous en référence à un radôme, mais il est bien entendu qu'elle n'est pas limitée à une telle application, et qu'elle peut être mise en œuvre dans toute application où l'on a besoin d'une indication visuelle du degré d'usure ou d'érosion d'une pièce, en particulier lorsque l'on ne peut pas se rendre compte directement de ce degré d'usure (tranche de la pièce non visible, pièce difficilement accessible ou peu visible ou nécessitant un démontage pour pouvoir être mesurée).

Dans le cas, décrit ci-dessous, l'usure dont il s'agit est celle d'un radôme de protection d'équipements aéroportés, due essentiellement à l'érosion pluviale, mais il est bien entendu que l'invention peut être également mise en œuvre pour des pièces soumises à différentes autres sortes d'usure (par frottement en particulier).

En se référant tout d'abord aux figures 1 et 2, on

distingue sur la figure 1 le moule d'injection qui va servir à la fabrication du radôme 14 de la figure 2.

Ce moule se compose d'une part d'une partie mâle 1 composée d'une base 2 surmontée d'un mamelon 3 de même profil que celui de la surface interne 4 du radôme 14 de la figure 2, et dont le sommet est pourvu d'un téton 5 dont le rôle sera précisé ci-après, et d'autre part d'une partie femelle conjuguée 6 qui définit une surface interne 8 de même profil que la surface externe du radôme 14 de la figure 2.

En outre, cette partie femelle 6 est classiquement pourvue d'une "carotte" d'injection axiale 9 qui est un canal par lequel les composants de la matière thermoplastique sont injectés dans le moule à l'état fondu, sous forte pression et haute température.

La matière thermoplastique dont il s'agit dans cet exemple préférentiel de réalisation est du PEEK (Poly-Ether-Ether-Ketone).

Avant de fermer le moule, une pastille préalablement usinée 10, en PEEK de couleur différente de celle de la matière dont le radôme va être constitué, est placée au sommet du mamelon 3 de la partie mâle 1 du moule, et maintenu à cet endroit par le fait qu'elle possède une petite cavité 11 (Figure 2) dont la forme est complémentaire de celle du téton précédent 5, ce dernier venant donc s'encastrer étroitement dans cette cavité en maintenant ainsi en place la pastille usinée 10. En variante, on remplace le téton 5 et la cavité 11 par un collage provisoire de la pastille à la partie mâle 1.

En variante, la pastille 10 pourrait être obtenue par un procédé d'injection dans un petit moule prévu à cet effet, au lieu d'être réalisée par usinage.

Après fermeture du moule, les composants du PEEK constitutif du radôme de la figure 2 sont injectés par la carotte d'injection 9. La partie externe de la pastille 10 est alors portée à une température suffisante pour fondre localement, de sorte que cette pastille vient se souder au corps 12 du radôme, composé de PEEK d'une autre couleur, et donc se noyer en quelque sorte dans ce corps 12 du radôme 14.

Après refroidissement, démoulage, et ébavurage, on obtient finalement le radôme 14 de la figure 2, entièrement réalisé en PEEK et comportant, sur la pointe de sa surface interne 4 et en retrait par rapport à la pointe 13 de sa surface externe 8, une pastille 10 de couleur différente de celle qui constitue la partie restante du radôme 14.

De façon avantageuse, la pastille 10 peut être pourvue sur sa surface cylindrique de moyens la maintenant en place, par exemple des nervures de révolution ou des dispositifs équivalents (aspérités radiales, filetage, ...) qui l'empêchent d'être éjectée si elle est mal soudée au corps 12, lorsque sa face frontale est dégagée par suite de l'érosion.

Les figures 3 à 5 illustrent le rôle d'indicateur d'érosion pluviale qui est joué par cette pastille 10. Sur ces trois figures, le radôme 14, monté sur sa base réceptrice 15, est vu de l'avant.

Lorsque l'érosion pluviale n'est pas suffisante pour que la pointe de la surface externe 8 du radôme 14 soit usée jusqu'à la pastille 14, le radôme se présente comme sur la figure 3, sa pointe étant alors de même couleur que la partie restante du radôme.

Lorsque, suite à l'érosion pluviale, l'épaisseur du radôme à sa pointe a diminué suffisamment, la pastille commence à apparaître comme dessiné en figure 4, c'est-à-dire sous un aspect granulé, avec des points de la couleur de la pastille, et des points de la couleur du radôme. Ceci est dû au fait que l'érosion due aux gouttes de pluie n'est pas réalisée de manière uniforme, mais de manière particulière, chaque impact de goutte de pluie enlevant une petite particule de matière.

L'érosion poursuivant son action, lorsqu'il ne reste plus de PEEK de la couleur du corps 12 du radôme sur la face extrême 15 (Figure 2) de la pastille 10, cette dernière apparaît alors totalement, dans sa couleur, comme dessiné en figure 5. Le radôme 14 doit alors être changé.

Selon une variante de l'invention, on peut disposer plusieurs pastilles, groupées dans une même zone ou réparties sous toute la surface externe à surveiller. Ces pastilles sont alors colorées de couleurs différentes, et sont de longueurs différentes, ce qui permet de déterminer différents degrés d'usure. Bien entendu, leur colorant ne doit pas nuire aux qualités diélectriques du radôme.

On a représenté en figure 6 un autre mode de réalisation de la pastille de l'invention. Le radôme 17 comporte à sa partie antérieure une pastille 18 de forme conique. L'axe de ce cône est perpendiculaire à la surface externe du radôme et est, dans le cas présent, confondu avec l'axe du radôme, mais il peut ne pas être confondu dans des cas où ce n'est pas l'apex du radôme qui est l'endroit soumis à l'érosion maximale. La pointe du cône peut affleurer la surface externe du radôme ou être légèrement en retrait. Bien entendu, comme précédemment, la couleur de la matière constituant la pastille est différente de celle constituant le radôme. Grâce à une telle pastille, on connaît à tout moment le degré d'usure du radôme, qui est proportionnel à la surface visible de la pastille.

Comme représenté en figure 7, le radôme 19 peut comporter plusieurs pastilles, cylindriques ou coniques, disposées aux endroits les plus soumis à l'érosion. On a représenté sur cette figure trois telles pastilles, référencées 20, 21 et 22.

Bien entendu, les pastilles de l'invention peuvent également être utilisées pour un radôme à structure stratifiée.

L'invention peut également être mise en oeuvre pour des pièces autres que des radômes et soumises à l'usure, lorsque l'on ne peut pas déterminer directement leur épaisseur.

Comme il va de soi, l'invention n'est pas limitée à l'exemple préférentiel qui vient d'être décrit. C'est ainsi qu'il est avantageux, en particulier pour ne pas perturber

la réception des ondes électromagnétiques, que la pastille 10 soit réalisée en la même matière thermoplastique que le corps 12 du radôme, mais ceci n'est pas limitatif et cette pastille pourrait très bien être prévue en une

- 5 matière thermoplastique d'une autre sorte. C'est ainsi également que cette pastille pourrait être maintenue en place dans le moule par un procédé d'aspiration au lieu de l'être par un moyen mécanique. C'est ainsi aussi que cette même pastille pourrait ne pas être positionnée dans le nez du radôme 14, de manière coaxiale à celui-ci, mais être plus ou moins décalée par rapport à son axe, selon en fait l'endroit d'impact maximal des gouttes de pluie. Bien entendu, dans la plupart des cas d'utilisation, la pastille est de dimensions suffisamment faibles pour ne pas influencer défavorablement l'homogénéité des qualités des pièces la contenant.

## Revendications

- 20 1. Indicateur d'usure pour une pièce à surveiller (14), caractérisé en ce qu'il est constitué par au moins une pastille (10), de couleur différente de celle de la matière dont la pièce est constituée, qui est intégrée à la structure de la pièce et qui est positionnée dans cette pièce de sorte que sa partie devenue visible suite à l'usure de la pièce donne une indication du degré d'usure.
- 25 2. Indicateur d'usure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pastille a une forme cylindrique.
- 30 3. Indicateur d'usure selon la revendication 2, caractérisé en ce que la pastille est pourvue sur sa surface cylindrique de moyens la maintenant en place.
- 35 4. Indicateur d'usure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs pastilles de longueurs et de couleurs différentes.
- 40 5. Indicateur d'usure selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pastille a une forme conique.
- 45 6. Indicateur d'usure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce à surveiller est un radôme.
- 50 7. Indicateur d'usure selon la revendication 6, caractérisé en ce que le radôme est en matière thermoplastique.
- 55 8. Indicateur d'usure selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que la pastille (10) est placée dans le nez du radôme (14) et coaxialement avec celui-ci.
- 9. Indicateur d'usure selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que la pastille (10) est réalisé

sée dans la même matière thermoplastique que le radôme (14).

10. Indicateur d'usure selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que la pastille (10) est munie, du côté de la face interne (4) du radôme, d'une cavité (11) qui est complémentaire d'un téton (5) de retenue de la pastille (10) prévu sur la partie mâle (1) du moule d'injection du radôme.

5

10

11. Procédé de fabrication d'un radôme thermoplastique muni d'un indicateur d'érosion selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisé en ce qu'il consiste :

15

- . à fabriquer tout d'abord une pastille thermoplastique (10) de couleur différente de celle du corps (12) du radôme, mais moins épaisse que celui-ci,
- . à rapporter cette pastille (10) sur la partie mâle (1, 3) du moule d'injection du radôme, à l'endroit (5) correspondant à sa position future dans le corps (12) du radôme,
- . puis, après avoir refermé le moule, à injecter dans celui-ci la matière thermoplastique, ladite pastille s'intégrant alors totalement, par fusion partielle, au corps (12) de ce radôme.

20

25

30

35

40

45

50

55

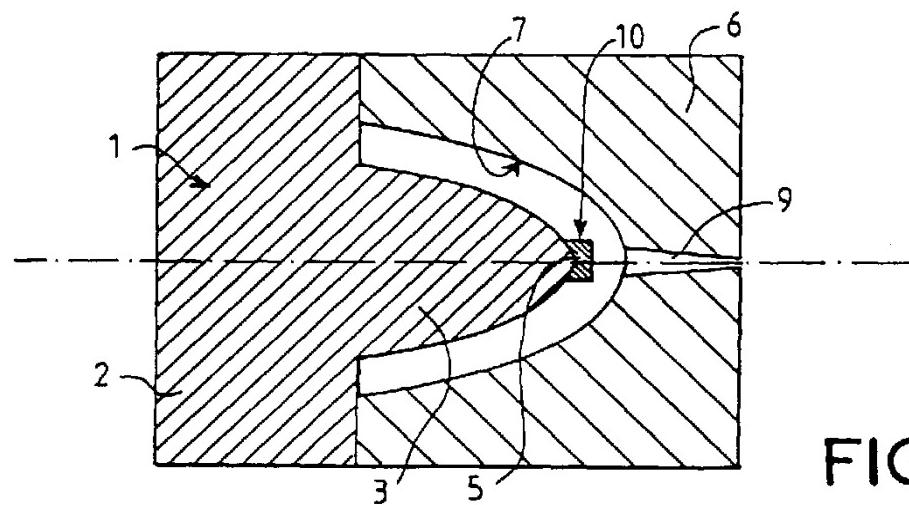


FIG. 1

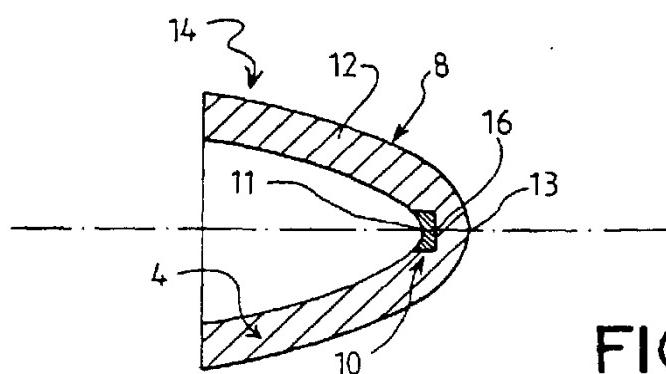


FIG. 2

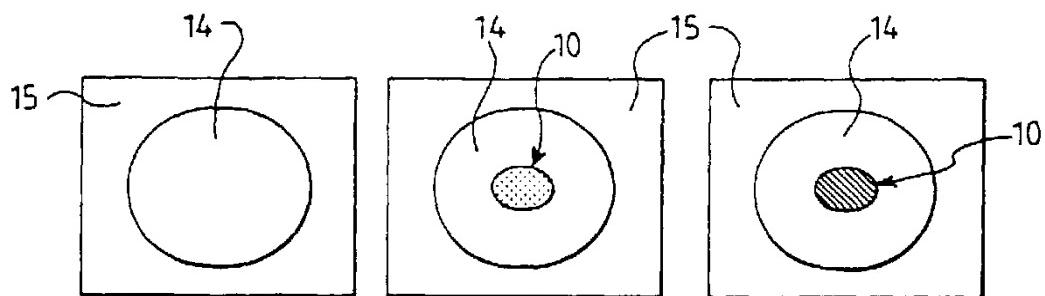


FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5

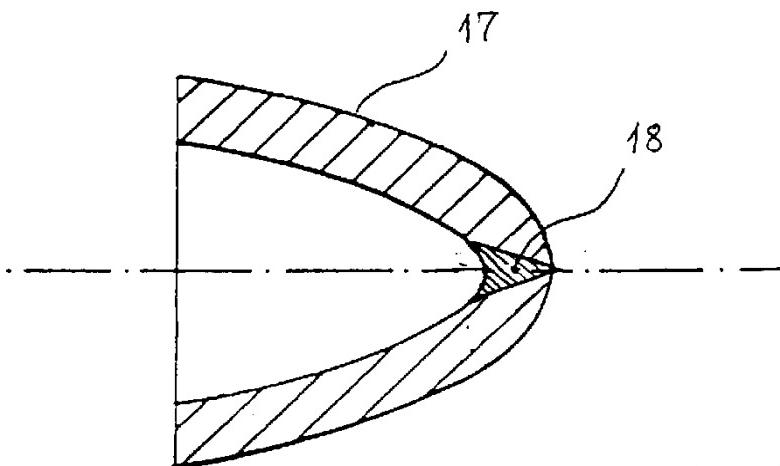


FIG. 6

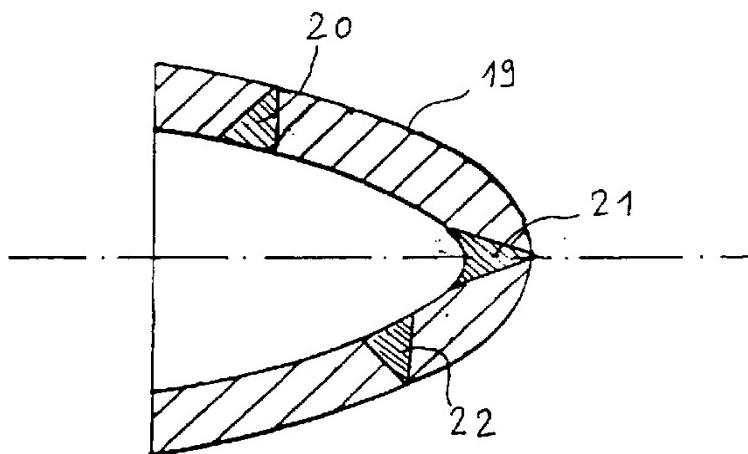


FIG. 7



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 96 40 2117

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	EP-A-0 158 116 (DORNIER SYSTEM) * page 4, ligne 26 - page 5, ligne 2; revendications 1,5-8 *	1-11	H01Q1/42
A	GB-A-2 254 489 (ERA PATENTS ET AL.) * page 2, ligne 25 - page 5, ligne 3; figure 2 *	1-10	
A	US-A-4 614 466 (SNYDER) * colonne 1, ligne 11 - colonne 2, ligne 31; figures 1,2 *	1	
A	US-A-5 371 505 (MICHAELS) * colonne 1, ligne 13 - colonne 2, ligne 44; figures 1,8,9 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 249 (M-1604), 12 Mai 1994 & JP-A-06 033690 (KAWASAKI STEEL), 8 Février 1994, * abrégé *	1	
A	US-A-4 615 859 (TRAUT) * colonne 3, ligne 61 - colonne 7, ligne 58; figures 1-6 *	11	H01Q B32B
	-----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	28 Novembre 1996	Angrabeit, F	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**DERWENT-ACC-NO:** 1997-205627

**DERWENT-WEEK:** 200158

*COPYRIGHT 2010 DERWENT INFORMATION LTD*

**TITLE:** Wear indicator e.g. for radome has cylindrical or conical tabs of different lengths and distinctive colours which are embedded in structure and rendered visible by wear

**INVENTOR:** GARNOT C; LAFORET S

**PATENT-ASSIGNEE:** THOMSON CSF [CSFC] , THOMSON CSF SA [CSFC]

**PRIORITY-DATA:** 1995FR-011794 (October 6, 1995)

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>
EP 767509 A1	April 9, 1997	FR
FR 2739725 A1	April 11, 1997	FR
EP 767509 B1	July 25, 2001	FR
DE 69614061 E	August 30, 2001	DE

**DESIGNATED-STATES:** DE FR GB IT DE FR GB IT

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL- DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
EP 767509A1	N/A	1996EP- 402117	October 4, 1996
FR 2739725A1	N/A	1995FR- 011794	October 6, 1995
DE 69614061E	N/A	1996DE- 614061	October 4, 1996
EP 767509B1	N/A	1996EP- 402117	October 4, 1996

**INT-CL-CURRENT:**

<b>TYPE</b>	<b>IPC DATE</b>
CIPS	H01Q1/42 20060101

**ABSTRACTED-PUB-NO:** EP 767509 A1**BASIC-ABSTRACT:**

The indicator includes a tab (10) which is formed from a thermoplastic material and has a thickness which is less than that of the radome or the part it is required to monitor. It is placed in position (5) in a male section of the radome moulding. The moulding is closed and a thermoplastic is injected into the mould so as to partially fuse the tab and integrate it totally with the body (12) of the radome.

The tab is placed coaxially in the nose of the radome on the internal surface with a hollow (11) which is complementary to a retaining bulge on the

male section of the mould.

**ADVANTAGE** - Simple integration and manufacture with moulded or layered domes.

**CHOSEN-DRAWING:** Dwg.1/7

**TITLE-TERMS:** WEAR INDICATE RADOME CYLINDER  
CONICAL TAB LENGTH DISTINCT  
COLOUR EMBED STRUCTURE RENDER  
VISIBLE

**DERWENT-CLASS:** W02 W06

**EPI-CODES:** W02-B07C; W02-B08A9; W02-B08F5; W06-B01B7;

**SECONDARY-ACC-NO:**

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** 1997-169699